



TITLE:

Study of Long Span Bridge Design Based on
Long Term Maintenance in Developing
Countries(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Matsumoto, Tsuyoshi

CITATION:

Matsumoto, Tsuyoshi. Study of Long Span Bridge Design Based on Long Term
Maintenance in Developing Countries. 京都大学, 2020, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2020-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k22414>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	松本 毅
論文題目	Study of Long Span Bridge Design Based on Long Term Maintenance in Developing Countries (途上国における長期維持管理を前提にした長大橋の設計法に関する研究)		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>本論文は、通常のスパンの短い橋梁とは異なった特徴があり、損傷形態も多様で異なる長大橋(吊橋及び斜張橋)に対して、多くの長大橋群で構成される本州四国連絡橋の供用下で生じた損傷とその対策工、日本の ODA により海外で建設された長大橋の維持管理状況および損傷を調査し、その損傷原因と補修対策を長期維持管理の観点から分析し、今後の途上国における長大橋の設計へのフィードバックを取りまとめたものであって、7 章からなっている。</p> <p>第 1 章は序論であり、研究の背景と目的について述べ、長大橋(吊橋及び斜張橋)には、通常の中小スパン橋梁とは異なった構造的特徴があり、損傷形態も異なっていることを踏まえ、国内外の長大橋の構造設計の変遷ならびに維持管理の実情を取りまとめている。</p> <p>第 2 章では、本州四国高速道路の長大橋群ならびに海外の長大橋において、供用時に発生した損傷とその原因ならびにその対策を取り上げ、その構造設計へのフィードバックについて分類・分析している。吊橋主ケーブル・ハンガーの発錆、吊橋ハンガー・斜張橋ケーブルの振動、長大斜張橋のケーブル定着構造の合理性、リンク式伸縮装置・ローリングリーフ式伸縮装置の機能不全、エンドリンクの騒音問題、鋼床版上の舗装構造、維持管理作業に不可欠な検査車の変遷について考察し、途上国での三つの課題として、①点検・維持作業用の検査車、②主ケーブルの発錆、③鋼床版舗装の耐久性を挙げている。</p> <p>第 3 章では、30 年以上の維持管理実績のある中央アフリカ・コンゴ民主共和国マタディ橋(吊橋)を例として取り上げ、途上国での長大橋の点検検査ならびに維持修繕実績に関する調査結果を取りまとめている。建設時に提供された点検ガイドラインにしたがい、適正な維持修繕作業が行われているものの、各種施設の老朽化・故障などへの対応において、技術者レベル・予算確保の観点での困難さがあることを指摘している。長大橋の点検検査に不可欠な橋梁検査車(桁下・ケーブル・塔など)は、途上国においては、設備の持続的維持の制約や窃盗も考慮した計画立案・設計を提案している。</p> <p>第 4 章では、日本の黎明期の吊橋と同仕様の防錆対策を取り入れた前述のマタディ橋の主ケーブルの腐食調査結果を取りまとめている。主ケーブル・ケーブルバンドの開放調査により、雨水の滞水などにより主ケーブルの一部には発錆を確認するとともに、特に、発錆の著しい部位では、ケーブルバンド下面の排水用孔が不適切な維持修繕で塞がれ、滞水が長期に亘ったためと結論付けている。腐食環境としては厳しい熱帯地域であるにもかかわらず、結露時間が日本のような温暖な環境と比べて短く、主</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	松本 毅
<p>ケーブルの錆の浸食・進行速度は遅いことを明らかにしている。また、途上国では、遮水性の良い Z 型ラッピングワイヤの採用による防錆対策が効果的であることを示している。</p> <p>第 5 章では、供用直後から補剛桁上の床版舗装の損傷が著しかったエジプト国スエズ運河橋（斜張橋）を例として取り上げ、途上国での鋼床版舗装の設計についての調査結果をまとめている。日本国内の鋼床版舗装は、グースアスファルト舗装が一般的であるが、高温下での施工のために特殊な輸送・施工機械が必要となる。本運河橋では、途上国における現地施工環境の制限があり、特殊な機材が不要な碎石マスチックアスファルト舗装が採用され、供用後に多数のヘアクラック損傷が発生している。これらの損傷は、軸重 25t を超える過積載車によるものであることを示している。なお、代替舗装工法として、特殊機械が不要な密粒度アスファルト・コンクリート舗装の有用性を確認している。</p> <p>第 6 章では、手動の検査車が途上国では有効であること、またいくつかの駆動装置が故障しても検査車が動かせるように駆動装置のリダンダンシーが重要であることを示している。特に、桁縦断勾配が 1 % を越えると駆動装置の電動化が望ましいが、その場合は、部品の盗難対策も含めた設備計画が重要であることを示している。一方、吊橋主ケーブルのケーブルバンド内部では、熱帯地域で建設後約 30 年経った吊橋ででも、赤さびは発生しておらず、鋼製のスチールカバーで主ケーブル全体を覆う防錆システムの有用性を提示している。なお、鋼床版舗装については、グースアスファルト、エポキシアスファルト、タイプⅢ-WF ポリマー改質アスファルトなどが候補として考えられるが、運河橋で再舗装工法として採用された密粒度アスファルト・コンクリート舗装が優れていることを示している。</p> <p>第 7 章は結論であり、本論文で得られた成果について要約し、途上国において持続的維持可能な長大橋の設計における留意点について取りまとめている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、中小スパンの橋梁とは異なった特徴があり、損傷形態も多様で異なる長大橋（吊橋及び斜張橋）に対して、国内外の長大橋の供用下で生じた損傷とその対策工を調査し、その損傷原因と補修対策を長期維持管理の観点から分析し、今後の途上国における長大橋設計へのフィードバックを取りまとめたものであって、7章からなっている。

第1章では、序論であり、研究の背景と目的について述べ、長大橋（吊橋及び斜張橋）の設計技術の変遷と維持管理技術の実情を取りまとめている。第2章では、国内外の長大橋において、供用時に発生した損傷とその原因ならびにその対策を取り上げ、構造設計へのフィードバックについて分類・分析している。途上国での三つの課題として、①点検・維持作業用の検査車、②主ケーブル、③鋼床版舗装を取り上げている。第3章では、30年の維持管理実績のあるコンゴ民主共和国マタディ橋（吊橋）を例に、途上国での長大橋の点検検査ならびに維持修繕状況をまとめている。建設時に定められた点検要領にしたがい、適正な維持修繕作業が行われていたものの、各種施設の老朽化・故障などへの対応において、技術者レベル・予算確保の観点での困難さがあることを指摘している。特に、長大橋の点検検査に不可欠な大型の橋梁検査車（桁下・ケーブル・塔など）は、途上国においては、設備の持続的維持の制約や窃盗も考慮した計画立案・設計の重要性を挙げている。第4章では、前述のマタディ橋の主ケーブルの腐食調査を行い、熱帯地域での腐食環境の影響を検討している。開放調査により、雨水の滞水により主ケーブルの発錆を確認し、発錆の著しい部位では、ケーブルバンド下面の排水用孔が不適切な維持修繕で塞がれ、長期の滞水が原因としている。しかし、熱帯地域にもかかわらず、結露時間が日本のような温暖な環境と比べて短く、主ケーブルの錆の進行速度は遅いことを明らかにしている。また、途上国では、遮水性の良いZ型ラッピングワイヤの採用による防錆対策が効果的であるとしている。第5章では、供用直後から補剛桁上の床版舗装の損傷が著しかったエジプト国スエズ運河橋（斜張橋）を例に、途上国での鋼床版舗装設計に関して取りまとめている。我国の鋼床版舗装は、高温下での施工の特殊な輸送・施工機械が必要なグースアスファルト舗装が一般的である。しかし、本運河橋では現地施工環境の制限により、コンクリート床版上に多用される碎石マスチックアスファルト舗装が採用され、軸重25tを超える過積載車が多数のヘアクラック損傷を発生させたとしている。対策として、特殊機材が不要な密粒度アスファルト・コンクリート舗装の有用性を示している。第6章では、3つの課題に対する設計上のフィードバックを考察し、結論である第7章に、本論文で得られた成果について要約し、途上国において持続可能な長大橋の設計法をまとめている。

以上、本論文は、途上国における長大橋の維持管理上の課題を示すとともに、今後の構造設計に対する有用な提言を取りまとめていることにより、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、令和2年2月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降